

DOSSIER

RÉEMPLOI ET ÉCONOMIE CIRCULAIRE



Les Cahiers
d'EspaceSuisse -
Section romande
02.12.2022, depuis 1983

EspaceSuisse
Association pour l'aménagement
du territoire

Section romande

DOSSIER : RÉEMPLOI ET ÉCONOMIE CIRCULAIRE

3

ÉDITORIAL

PÉNURIE DE MATÉRIAUX :
VERS UN RESET TERRITORIAL ?

Marielle Savoyat

4



LE BÉTON DE RÉEMPLOI, RESSOURCE
TERRITORIALE À MOBILISER

Corentin Fivet, Célia Kùpfer et Maléna Bastien-Masse

10

CIRCULAR CITIES SWITZERLAND :
UNE INITIATIVE NATIONALE POUR
LA TRANSITION DES VILLES SUISSES
VERS L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Maëlyss Ménage, Hedwig Scharlipp et Marco Grossmann

13



RÉEMPLOI ET CONSTRUCTION :
PRATIQUES ET PERSPECTIVES

La Ressourcerie

18



DÉCONSTRUCTION ET RÉEMPLOI.
EXPÉRIENCES EN BELGIQUE
ET EN EUROPE

Entretien avec Michaël Ghoot, propos recueillis
par Marielle Savoyat

26



PATRIMOINE ET DURABILITÉ,
UNE CONVERGENCE DES LUTTES

Anne-Fanny Cotting

31

AGENDA

30

ACTUALITÉS

LE BÉTON DE RÉEMPLOI, RESSOURCE TERRITORIALE À MOBILISER

Corentin Fivet, Célia Kúpfer et Maléna Bastien-Masse

Plus que de tout autre matériau, le bâti suisse est fait de béton. Matériau aux nombreuses qualités, il est présent dans toute nouvelle construction, souvent en grande quantité. Malgré cela, des tonnes de béton sont quotidiennement démolies, pour des raisons plus proches de l'obsolescence des espaces qu'il crée que de sa propre dégradation. Ces démolitions exacerbent l'impact considérable de la mise en œuvre du béton sur l'environnement. Face à ce constat, un nouveau paradigme de construction permettrait de découpler l'obsolescence du bâti et demande en béton neuf : le réemploi d'éléments de béton, extraits par sciage des bâtiments voués à la démolition et réassemblés dans de nouvelles structures porteuses. L'approche, qui n'est pas neuve, est déjà éprouvée, mais peine à se généraliser. Le territoire suisse rejette sans cesse du béton dévalorisé. Cette ressource sera-t-elle un jour exploitée à sa juste valeur ?

Le béton est aujourd'hui le matériau de construction le plus utilisé au monde avec une consommation annuelle estimée à près de 30 milliards de tonnes. Résistant, polyvalent, durable et vecteur de développement économique, ce matériau exceptionnel est aussi la principale cause des émissions de gaz à effet de serre, de l'épuisement des ressources naturelles et de la

production de déchets par l'industrie de la construction. À elle seule, la fabrication du ciment nécessaire au béton est responsable de 8 à 9% des émissions anthropiques mondiales de CO₂. Une pénurie de calcaire, d'argile, de sable et de gravier est attendue dans les années à venir et ne pourra être retardée que par des procédés d'extraction de plus en plus dommageables pour de nombreux écosystèmes.

Le parc immobilier suisse est actuellement composé d'environ 1,5 milliard de tonnes de matériaux de construction, principalement du béton, avec une augmentation annuelle totale de 63 millions de tonnes. Le béton compte en moyenne pour plus de la moitié du volume des matériaux dans les nouvelles constructions, avec une demande annuelle de 40 millions tonnes. Le béton constitue environ 35% de la masse de bâti et d'infrastructure démolis annuellement en Suisse, soit 2,5 millions de tonnes. Pour chaque tonne de béton nouvellement coulé, 60 kilos sont démolis simultanément.

Construire, c'est polluer

Les stratégies permettant de réduire à la fois la demande de béton neuf et la production de déchets de béton sont connues. La première consiste à maintenir l'environnement bâti existant en service aussi longtemps que possible, en évitant toute



nouvelle construction, et, seulement si cela est jugé nécessaire, à rénover, renforcer, transformer, surélever ou étendre les bâtiments. Cependant, la pression foncière dans les zones densément peuplées conduit encore trop souvent à l'obsolescence prématurée des bâtiments et à leur remplacement total par des bâtiments plus grands ou offrant d'autres capacités d'usage. Par conséquent, la plupart des bâtiments démolis aujourd'hui le sont alors que les capacités statiques de leurs structures porteuses sont encore satisfaisantes.

Pour répondre à la demande répétée de renouvellement du bâti tout en diminuant les maux causés par l'industrie de la construction sur l'environnement, d'autres stratégies sont nécessaires. Pour le béton, elles consistent à le remplacer lorsque possible par d'autres matériaux (par exemple, des matériaux biosourcés localement), à modifier sa composition par des alternatives plus durables (par exemple, des ciments moins gourmands en clinker), à minimiser le volume des éléments mis en œuvre (par exemple, par le biais de systèmes constructifs aux géométries optimisées), à recycler les matériaux rejetés (par exemple, en concassant le béton démolé pour l'utiliser comme granulats dans de nouveaux bétons). Bien que l'efficacité de certaines de ces stratégies reste à évaluer, il est d'ores et déjà évident que les gains

qu'elles permettront de réaliser ne seront individuellement pas suffisants pour faire face à la crise environnementale actuelle, et en particulier à l'urgence climatique.

Scier plutôt que concasser

Aujourd'hui, le béton de bâtiments voués à la démolition est concassé. Dépossédé de sa géométrie et de sa résistance initiales, le béton démolé est réduit en gravats et déclassé, soit comme remblai pour les zones excavées, soit, plus rarement, comme substitut partiel aux granulats naturels dans de nouveaux mélanges de béton dit « recyclé ». Un tel béton recyclé requiert des quantités de ciment au moins équivalentes aux mélanges conventionnels, ce qui conduit à un niveau d'émissions de CO₂ comparable.

À l'inverse, le réemploi vise à tirer le meilleur parti des caractéristiques géométriques et de la résistance statique préexistantes des composants rejetés. Il permet de prolonger la durée d'utilisation des pièces au-delà de celle de leur bâtiment d'origine. Il évite l'extraction de matières premières et la production de déchets. Il est ainsi attendu que son application nécessite largement moins d'énergie et émette moins de gaz à effet de serre que les méthodes conventionnelles utilisant matériaux neufs ou recyclés. Bien qu'il soit essentiel au développement d'une économie circulaire



durable et qu'il ait été communément et silencieusement pratiqué avant la révolution industrielle, le réemploi des composants est encore aujourd'hui anecdotique.

En Suisse, les matériaux rejetés proviennent majoritairement de la démolition de bâtiments d'habitation ou à usage industriel, construits entre 1950 et 1975, avec souvent une structure porteuse en partie ou complètement faite de béton coulé sur place. Après évaluation de la faisabilité technique et économique de l'opération, le réemploi de ce béton consiste à extraire des éléments relativement larges (pans de murs, dalles, ou cadres complets) par sciage et à les réassembler dans une nouvelle structure, en tirant le meilleur de leur propriétés préexistantes et en utilisant des techniques d'assemblage similaires à celles de la construction préfabriquée.

La faisabilité de l'approche dans le contexte industriel suisse contemporain a été notamment testée l'année passée par le Structural Xploration Lab de l'EPFL avec le projet Re: Crete. Une passerelle de 10 mètres de portée a été construite à partir de 25 blocs sciés dans des murs en béton d'un bâtiment en transformation. Assemblés sur un cintre en bois, les blocs ont été percés pour laisser passer deux câbles de précontrainte. Une analyse de cycle de vie a montré que la production de cet arc en béton de réemploi génère trois fois moins de gaz à effet de serre qu'un même arc fait de béton coulé sur place,

quatre fois moins qu'un arc fait de poutres en acier, et presque autant qu'un arc fait de poutres en bois lamellé-collé. Une simulation suggère ainsi que les gains environnementaux obtenus en réemployant le béton sont si grands que l'opération resterait bénéfique même si les éléments de réemploi étaient transportés par camion de Saint-Gall à Genève. Complétée d'un garde-corps également fait de matériaux de réemploi, la passerelle est aujourd'hui en service à Conthey dans le Valais.

Généraliser et massifier

Malgré toutes ses qualités, l'impact positif du réemploi sur l'empreinte environnementale de l'industrie de la construction ne sera mesurable que s'il concerne les éléments des structures en béton des bâtiments publics ou collectifs et ouvrages d'art. Ailleurs en Europe, des dizaines de retours d'expérience existent sur le réemploi de panneaux de béton d'un bâtiment à un autre, principalement en béton préfabriqué mais aussi parfois en béton coulé sur place. Tous témoignent de gains environnementaux positifs, certains enregistrent même un avantage financier, notamment lorsque les maîtres d'ouvrages des nouveaux bâtiments sont aussi propriétaires de bâtiments à déconstruire, ce qui est le cas en Suisse pour de grands propriétaires fonciers, les cantons et les communes.

À titre d'exemple, en 1986 à Middelburg aux Pays-Bas, des entrepreneurs ont effec-



4

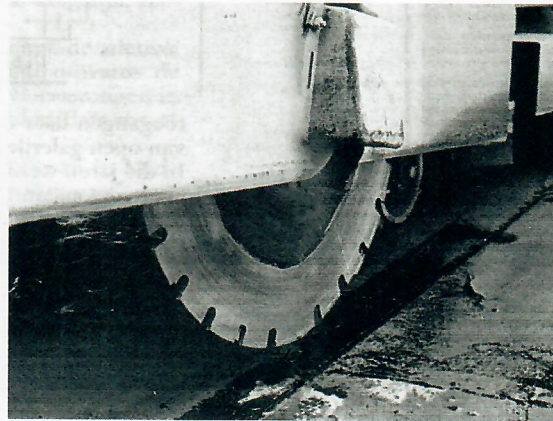


5

2-5 Sciage de murs en béton obsolètes et réassemblage en une passerelle placée sur la rivière Morge, à Conthey. Projet Re:Crete (© Structural Xploration Lab, EPFL)



6



7



8



9

tué un démontage minutieux des 7 étages supérieurs d'un bâtiment préfabriqué de 11 étages à l'aide d'équipements de sciage et de levage. Les panneaux de murs et de dalles récupérés ont été utilisés pour construire des immeubles d'habitation de 3 et 4 étages.

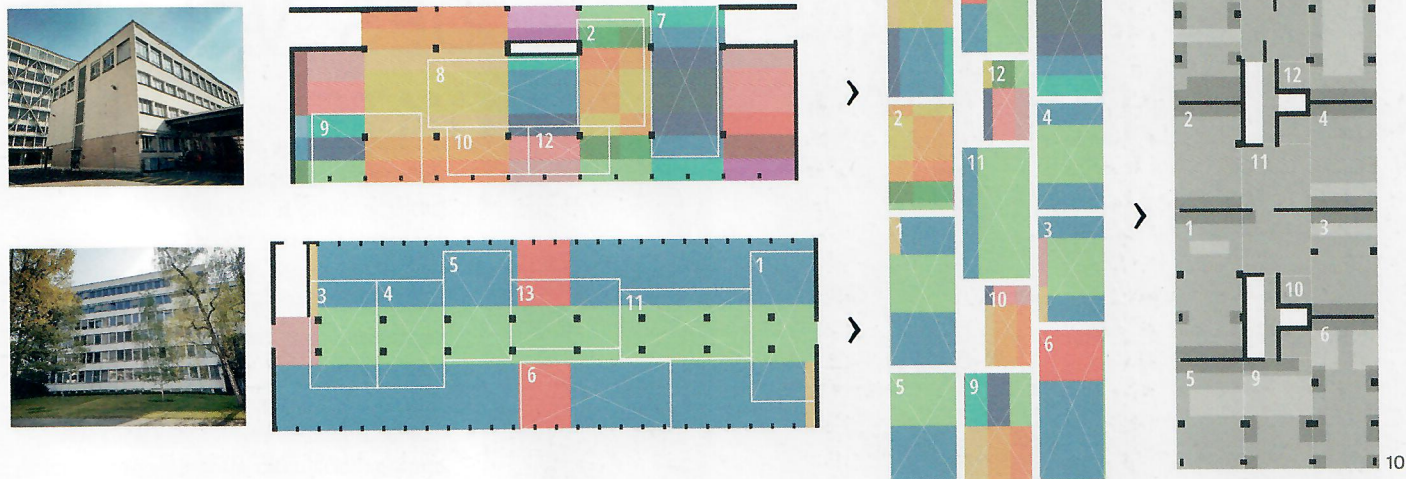
Plus tard, en 1997 à Linköping en Suède, 1'850 tonnes de grands éléments de mur en béton, de poutres de plancher et de fondations provenant de deux bâtiments sources ont été réutilisés dans un nouveau bâtiment de 26 appartements situé à 64 km de là. Aucun problème technique n'a été signalé et une analyse environnementale montre que la réutilisation des éléments permet, dans ce cas, d'économiser 60% des émissions de CO₂ et 40% de la consommation d'énergie par rapport à un bâtiment similaire construit en béton neuf. Les coûts plus élevés de 10 à 15% par rapport à la pratique conventionnelle ont été compensés par une subvention gouvernementale. Cependant, les entrepreneurs ont estimé que ces surcoûts étaient transitoires, car largement dus au caractère pionnier de l'opération.

Le réemploi de béton ne s'est jamais généralisé, mais la stratégie garde cependant toute sa pertinence. Un projet de master à l'EPFL a ainsi montré que deux bâtiments en attente de démolition en Suisse étaient entièrement capables de servir de gisement pour construire les dalles et les murs d'un nouveau bâtiment prévu sur le même site et par le même maître d'ouvrage. Résultat d'un travail d'optimisation du sciage, du renforcement, et de la recombinaison des dalles réemployées, l'opération réduirait l'empreinte environnementale de la nouvelle structure porteuse par quatre, pour un coût financier 8% inférieur.

Transmettre sans tarder

Le réemploi rend visible à la ville et au projet d'architecture ce que la production en usine et en site de traitement des déchets cache. Il valorise le savoir-faire des équipes de construction et de conception, actuelles et passées. Portant la marque d'usages oubliés, le composant réemployé raconte sa propre histoire, plus ancienne que celle de son bâtiment hôte. Le réemploi

6-9 À Middelburg (Pays-Bas) en 1986, démontage des 7 derniers étages d'un bâtiment préfabriqué de 11 étages à l'aide d'équipements de sciage et de levage. Les panneaux récupérés sont utilisés pour construire des immeubles d'habitation de 3 et 4 étages [© De Delta, Nanda Naber et auteurs inconnus (Kristinsson, J., Hendriks, C. F., Kowalczyk, T., & Dorsthorst, B. (2001, April). «Reuse of secondary elements: Utopia or reality». *CIB World Building Congress*, te Dorsthorst, B., & Kowalczyk, T. (2001). «Re-use of apartment buildings: A case study. Proceedings of the CIB Task Group 39 - Deconstruction Meeting, CIB World Congress», 55-66. / Huuhka, S., Naber, N., Asam, C., & Caldenby, C. (2019). «Architectural Potential of Deconstruction and Reuse in Declining Mass Housing Estates», *NIJAR*, 31(1).]



favorise une nouvelle forme de maintien du patrimoine technique et culturel commun. Un maintien qui serait mouvant, de bâtiments en bâtiments, mais dont les circuits courts garantissent une pertinence locale à l'échelle du territoire.

Aux rythmes actuels de démolition et de construction, le réemploi pourrait, au mieux, éviter un sixième de la production de béton en Suisse. Ce taux non négligeable reste faible. Pour l'augmenter, tout en cherchant à ralentir la cadence des démolitions, il faut réduire la demande en béton, en maintenant le bâti existant en place et en ne plaçant du béton neuf (ou de réemploi) que là où ses capacités thermiques, phoniques, ignifuges ou porteuses sont difficilement égalables par d'autres matériaux. Cet idéal d'économie circulaire n'existe pas encore. Entretemps, le territoire suisse continue de rejeter sans cesse du béton dévalorisé. Au vu de l'urgence climatique, cette source locale de matériaux doit rapidement être exploitée à sa juste valeur. Le réemploi est une piste à privilégier.

Corentin Fivet est professeur en architecture et conception des structures, il dirige le laboratoire d'exploration structurale (Structural Xploration Lab)¹, au sein de la Faculté de l'Environnement naturel, architectural et construit (ENAC) à l'EPFL. Les activités du laboratoire sont basées au Smart Living Lab, à Fribourg. Ses recherches portent sur le réemploi d'éléments porteurs dans les bâtiments.

Célia Küpfer est architecte et poursuit actuellement, au sein du laboratoire d'exploration structurale à l'EPFL, une recherche doctorale sur l'histoire et les nouvelles opportunités du réemploi du béton en architecture.

Maléna Bastien-Masse est ingénieure civile et collaboratrice scientifique au sein du laboratoire d'exploration structurale à l'EPFL. Elle y développe les techniques nécessaires au réemploi du béton et mène des recherches sur le potentiel de réutilisation des composants porteurs dans le stock bâti suisse.

1 sxl.epfl.ch

10 Étude de cas à Bâle. À gauche : étude des moments résistants de deux dalles destinées à la démolition et identification des traits de sciage. À droite : connexion et renforcement des éléments sciés pour constituer la dalle d'un bâtiment en cours de projet. (© Nicole Widmer, EPFL)